

73.7

使用後返却願います

⑥ 1/4 加

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-160142

(43)公開日 平成6年(1994)6月7日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 1 F 1/68

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数18(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-180089

(22)出願日 平成5年(1993)7月21日

(31)優先権主張番号 P 4 2 2 3 9 6 8 . 0

(32)優先日 1992年7月21日

(33)優先権主張国 ドイツ (DE)

(71)出願人 390023711

ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
 ミット ベシュレンクテル ハフツング
 ROBERT BOSCH GESELL
 SCHAFT MIT BESCHRAN
 KTER HAFTUNG
 ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト
 (番地なし)

(72)発明者 ハンス ヘヒト

ドイツ連邦共和国 コルンタール ヘービ
 ヒシュトラーセ 12

(74)代理人 弁理士 矢野 敏雄 (外2名)

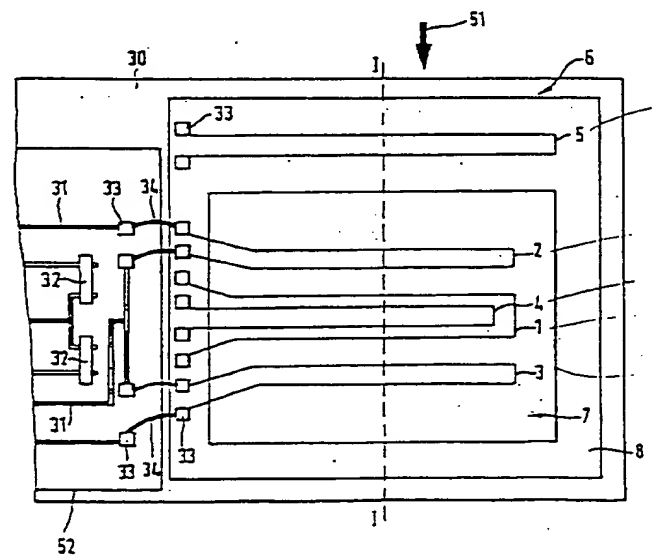
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 流量センサ

(57)【要約】

【目的】 加熱体1および2つの温度測定フィーラ2, 3が、加熱体が温度測定フィーラを加熱するように配置されている、媒体流中に位置しているセンサ素子6を備え、温度測定フィーラは流れの方向において加熱体の前および後に位置しており、温度測定フィーラの信号の測定によってセンサ信号を形成する評価手段と、加熱体の過温度、即ち前記媒体流に対して相対的な温度差を調整する調整手段とを備えている、流量センサの特性曲線を一層良好に補正できるようにする。

【構成】 調整手段は、加熱体の過温度を媒体流の温度に依存して調整する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの加熱体(1)および少なくとも2つの温度測定フィーラ(2, 3)が、前記加熱体(1)が前記温度測定フィーラ(2, 3)を加熱するように配置されている、媒体流中に位置しているセンサ素子(6)を備え、その部で前記少なくとも1つの温度測定フィーラ(2)は流れの方向において前記加熱体(1)の前に位置しておりかつ前記少なくとも1つの温度測定フィーラ(3)は流れの方向において前記加熱体(1)の後に位置しており、かつ前記温度測定フィーラ(2, 3)の信号の測定によってセンサ信号を形成する評価手段と、前記加熱体(1)の過温度、即ち前記媒体流に対する温度差を調整する調整手段とを備えている、流量センサにおいて、

前記調整手段は、前記加熱体(1)の過温度を前記媒体流の温度に依存して調整することを特徴とする流量センサ。

【請求項2】 調整手段は加熱体(1)の過温度を、流れる媒体の熱伝導、熱容量および粘性の温度依存性の影響がセンサ特性曲線に補償されているように、調整する請求項1記載の流量センサ。

【請求項3】 調整手段は、加熱体(1)の温度を測定する加熱体温度フィーラ(4)を有する請求項1または2記載の流量センサ。

【請求項4】 調整手段は、流れる媒体の温度を測定する媒体温度フィーラ(5)を有する請求項1から3までのいずれか1項記載の流量センサ。

【請求項5】 加熱体(1)、加熱体温度フィーラ(4)および温度測定フィーラ(2, 3)は、単結晶のシリコンから成るフレーム(8)に固定されている薄い、誘電体の薄膜(7)上に配置されている請求項1から4までのいずれか1項記載の流量センサ。

【請求項6】 加熱体(1)は、オーミック抵抗として実現されている請求項1から5までのいずれか1項記載の流量センサ。

【請求項7】 温度測定フィーラ(2, 3)、媒体温度フィーラ(5)および加熱体温度フィーラ(4)は、温度に依存する抵抗として実現されている請求項1から6までのいずれか1項記載の流量センサ。

【請求項8】 温度測定フィーラ(2, 3)、媒体温度フィーラ(5)および加熱体温度フィーラ(4)は、同一の材料から成る請求項7記載の流量センサ。

【請求項9】 評価手段は、給電電圧(10)間に存在する、2つのブリッジアームを有するブリッジ回路として構成されており、一方のブリッジアームにおいて2つの温度測定フィーラ(2, 3)が直列に接続されておりかつ他方のブリッジアームにおいて2つの別の抵抗(11, 12)が直列に接続されており、かつ前記2つのブリッジアームの中間タップ(13)の信号から差形成によってセンサ信号が形成される接続7または8記載の流

量センサ。

【請求項10】 加熱体(1)の温度に対する調整手段は、給電電圧(20)間に存在する2つの、ブリッジアームを有するブリッジ回路として構成されており、かつ一方のブリッジアームにおいて媒体温度フィーラ(5)が少なくとも1つの別の抵抗(22)に直列に接続されておりかつ他方のブリッジアームにおいて加熱体温度フィーラ(4)が少なくとも1つの別の抵抗(21)に直列に接続されており、かつ前記2つのブリッジアームの中間タップ(23)の信号から差形成によって加熱体温度の制御のための信号を形成する請求項6から9までのいずれか1項記載の流量センサ。

【請求項11】 2つの別の抵抗(21, 22)の1つは調整可能でありかつ少なくとも1つの付加的な調整可能な抵抗(24)が媒体温度フィーラ(5)に直列に接続されている請求項10記載の流量センサ。

【請求項12】 媒体温度フィーラ(5)、加熱体温度フィーラ(4)および別の抵抗(21, 22)は、抵抗値の種々異なった温度依存性を有する請求項10記載の流量センサ。

【請求項13】 正の係数を有する2次の多項式によって近似的に表される、加熱温度(T_H)と媒体温度(T_M)との間の関係を発生する回路装置が設けられている請求項1から12までのいずれか1項記載の流量センサ。

【請求項14】 依存性は次式：

$$T_H = a_0 + a_1 * T_M + a_2 * T_M^2$$

によって表され、ただし係数 a_0 , a_1 , a_2 は零より大きい請求項13記載の流量センサ。

【請求項15】 温度に無関係な抵抗(41, 45, 47)は、膜抵抗または厚膜プレーナ抵抗として実現されておりかつ残りの抵抗は逆方向においても同じ温度特性を有するオーミック抵抗として実現されており、その際温度に無関係な抵抗が整合される請求項13または14記載の流量センサ。

【請求項16】 回路装置は、加熱温度(T_H)と媒体温度(T_M)との間の関係を自動的に電子的に調整する請求項13から15までのいずれか1項記載の流量センサ。

【請求項17】 加熱温度(T_H)と媒体温度(T_M)との間の所望の関係を発生するための回路装置および評価手段は、ブリッジ回路を形成しかつ抵抗(41), (42), (43), (44)は第1ブリッジアームを形成しかつ抵抗(45), (46), (47)は第2ブリッジアームを形成し、調整器(49)にブリッジ電圧が供給されかつ前記調整器(49)の出力側はアースに接続されておりかつ抵抗(50)を介して反転入力側に帰還結合されている請求項16記載の流量センサ。

【請求項18】 加熱温度(T_H)と媒体温度(T_M)との間の所望の関係を発生するための回路装置および評価

手段は、ブリッジ回路を形成しかつ抵抗(41)、(42)、(43)、(48)は第1ブリッジアームを形成しかつ抵抗(45)、(46)、(47)は第2ブリッジアームを形成し、調整器(49)にブリッジ電圧が供給されかつ前記調整器(49)の出力側は前記ブリッジアームの抵抗(41)、(47)に接続されておりかつ抵抗(50)を介して反転入力側に帰還結合されている請求項16記載の流量センサ。

〔発明の詳細な説明〕

〔0001〕

〔産業上の利用分野〕本発明は、少なくとも1つの加熱体および少なくとも2つの温度測定フィーラが、前記加熱体が前記温度測定フィーラを加熱するように配置されている、媒体流中に位置しているセンサ素子を備え、その都度前記少なくとも1つの温度測定フィーラは流れの方向において前記加熱体の前に位置しておりかつ少なくとも1つの温度測定フィーラは前記加熱体の後に位置しており、かつ前記温度測定フィーラの信号の測定によってセンサ信号を形成する評価手段と、前記加熱体の過温度、即ち前記媒体流に対する温度差を調整する調整手段とを備えている、流量センサに関する。

〔0002〕

〔従来の技術〕米国特許出願公開第4501144号公報から、空気流中に位置するセンサ素子を備えた流量センサは既に公知であり、その際センサ素子上には、1つの加熱体および2つの温度測定フィーラが配置されている。2つの温度測定フィーラはその都度、流れの方向において加熱体の前および後に位置している。2つの温度測定フィーラを測定ブリッジに配置することによって、抵抗値の比較によってセンサ信号が形成される。加熱体の温度は、過温度、即ち加熱体と空気流との温度差が一定であるように、調整される。しかし一定の過温度は、センサ特性曲線の温度依存性を完全には補償することができないという欠点を有している。

〔0003〕西独特許出願公開第3638138号公報から、過温度が、センサ特性曲線の温度依存性を補償するために、空気温度の関数である流量センサが公知である。センサ信号の測定は、加熱体の抵抗の電圧の測定によって行われる。センサの特性曲線の温度依存性の補正は、この測定原理に基づいて制限されている。

〔0004〕

〔発明の効果〕これに対して請求項1の特徴部分に記載の構成を有する本発明の流量センサは、センサの特性曲線の温度依存性を一層良好に補正することができるという利点を有する。

〔0005〕その他の請求項に記載の構成によって、請求項1記載の流量センサの有利な実施例および改良例が可能である。加熱体の過温度を、特性曲線の物理的に回避し得ない誤差の要因、即ち流れる媒体の熱伝導、熱容量および粘性の温度依存性が補償されるように追従調整

すると、特別有利である。調整手段が固有の加熱体温度フィーラを有しているとき、加熱体温度は加熱体の状態に無関係に測定することができる。媒体温度を確実にセンサの別の部分による影響を受けずに測定するために、媒体温度フィーラが効果的である。センサが流れの強度に依存する速度は、加熱体、加熱体温度フィーラ温度および温度測定フィーラを、低い熱容量を有する薄い、誘電体の薄膜上に配置することによって、高められる。シリコン技術の使用によって、センサの製造は特別簡単で、ひいてはコストの点で有利である。最も簡単な実施例において加熱体は、オーミック抵抗として実現されておりかつ温度測定フィーラ、媒体温度フィーラおよび加熱体温度フィーラは温度に依存した抵抗として実現されている。温度を測定するすべての測定抵抗が同じ材料から製造されているとき、センサ特性曲線の温度依存性はそもそも小さく保持される。評価手段も調整手段もアナログブリッジ回路として特別簡単に実現される。調整ブリッジにおける2つの調整可能な抵抗によって、調整手段の温度補償の零点および勾配が調整される。

10 〔0006〕

〔実施例〕次に本発明を図示の実施例につき図面を用いて詳細に説明する。

〔0007〕図1には、本発明の流量測定装置の平面図が示されておりかつ第2図には、図1のI-Iに沿った断面図が示されている。支持体30には、センサ素子6が、それが、矢印によって示されている媒体流51中に位置するように、配置されている。センサ素子6は、単結晶のシリコンから成るフレーム8および誘電体から成る薄膜7を有している。薄膜7には、加熱体1、2つの温度測定フィーラ2、3および加熱体温度フィーラ4が配置されている。フレーム8には、媒体温度フィーラ5が設けられている。ボンドパッド33およびボンドワイヤ34を介して、センサ素子6上に配置されている要素は、支持体30上に配置されている、厚膜導体路31と厚膜抵抗32とから成る厚膜回路に接続されている。薄膜7の下面において、支持体30は通気孔35を有している。

〔0008〕センサ素子6は、通例のマイクロ機械方法によって製造されている。その際例えば、その表面上に、薄い誘電体層が折出されているシリコンウエファが考えられる。薄い誘電体層を腐食しない腐食液によるシリコンの腐食除去によって、薄膜7はこのウエファから構造が浮き出しにされる。それから露または付加的な腐食ステップを用いた分割によってウエファは、フレーム8が生じるように、分割される。薄膜7に対する材料として例えば、酸化シリコンまたは窒化シリコンが適しているが、例えば薄い合成樹脂層のような別の材料が考えられる。薄膜7の重要な特徴は、それが、その薄い構造によっても、材料からも、低熱伝導および熱容量しか有しないことである、加熱体1、温度測定フィーラ

2. 3. 加熱体温度フィーラ4および媒体温度フィーラ5は、薄い構造化された金属層から成っている。この金属層に対する材料として例えば、白金が考えられる。この構造化された金属層の発生のためにまず、センサ素子6の表面全体が連続した金属膜によって被覆される。それからホトリソグラフィーおよび腐食によって、加熱体1、温度測定フィーラ2、3、加熱体温度フィーラ4および媒体温度フィーラ5に対する構造が全面におよぶ層から腐食除去により形成される。この工程において、温度を測定する要素のすべてが同じ材料から成り、ひいてはその抵抗の同じ温度依存性を有していることが特別重要である。このことは殊に、すべての温度測定において常に2つの要素が相互に差において動作するとき、利用することができる。というのは、温度変化によって惹き起こされる抵抗変化が相互に相殺されるからである。更に、この工程において、すべての要素の相互の幾何学的間隔、殊に加熱体1における2つの温度測定フィーラ2、3の相対間隔が、ホトリソグラフィーにおいて使用されるマスクの場合により生じる誤差によってのみ規定されることは肯定的である。しかしこれらの誤差は、非常に簡単に回避することができる。測定効果を高めるために、ここに図示の簡単なループに代わって、ミランダ構造を使用するとよい。支持体30上に貼り付けられた、導体路31および厚膜抵抗要素32から成る厚膜回路を有する厚膜サブストレート52は、1つの可能な実施例としてのみ理解すべきである。それ故に、温度測定フィーラ2、3の接触接続のためのボンディングワイヤ34も例示されているにすぎない。加熱体1、加熱体温度フィーラ4および媒体温度フィーラ5も等価な方法で接触接続されている。厚膜抵抗要素32の他に更に、例えば差動増幅器または類似のもののような別の要素を設けることもできる。更に、例えばフレーム8のシリコン内に評価回路全体を集積することができる。その場合ボンダパッド33は更に、この回路を外部と電気的に接続するためにのみ用いられることになる。同様に、別の回路要素を、支持体30上に薄膜技術において実現することもできる。2つの温度測定要素2、3はここでは、温度に敏感な抵抗として実現されており、即ちその抵抗値の測定によって、この個所における薄膜の温度を推定することができる。2つの温度測定要素2、3は、加熱体1によって、流れる媒体の温度より上にある温度に加熱される。媒体と薄膜との間に、薄膜および媒体のそれぞれの個所間の温度差に依存している温度交換が行われる。従って温度測定フィーラ3は流れの方向において加熱体1の後に位置しているので、流れる媒体における温度測定要素3の熱変化は比較的僅かである。というのは媒体は加熱体1によって既に一層高い温度を有しているからである。このようにして生じる、温度測定フィーラ2と温度測定フィーラ3との間の温度差は、通過する流れる媒体の流量に対する尺度である。図3に示された回

路によってこの温度差が評価される。

【0009】図3には、ブリッジ回路が示されており、その供給電圧10間に2つのブリッジアームが設けられている。1つのブリッジアームに、2つの温度測定フィーラ2、3が直列に接続されている。別のブリッジアームに、2つの別の抵抗11、12が同様に直列に接続されている。2つの別の抵抗11、12は例えば、図1に図示の2つの厚膜抵抗要素32によって実現することができる。2つのブリッジアームの中間タップ13は、差形成器14に接続されている。差形成器は、2つの回路点13における電圧差に比例している信号を送出する。2つの温度測定フィーラ2、3は、それらが同じ温度において同じ抵抗値を有するように、実現されている。製造偏差に基づいてそうはならなければ、抵抗11、12は相応に調整されなければならない。その結果ブリッジは、2つの温度測定フィーラ2、3の同じ温度において平衡状態をとる。温度測定フィーラ2と温度測定フィーラ3との間の温度差によって、そこから結果的に生じる、差形成器14の出力信号を有する相応のブリッジの不平衡が惹き起こされる。

【0010】図4には、加熱体の過温度の調整回路が図示されている。給電電圧20間に、2つのブリッジアームを有する測定ブリッジが設けられている。ブリッジアームには、媒体温度フィーラ5が別の抵抗22と直列に接続されている。更に、媒体温度フィーラ5に直列に、別の、調整可能な抵抗24が設けられている。別のブリッジアームにおいて、加熱体温度フィーラ4が別の抵抗21に直列に接続されている。別の抵抗21は調整可能である。2つのブリッジアームの中間タップ23は、調整器25に接続されている。調整器25は、ブリッジアームの中間タップ23に加わる2つの電圧の差に依存している出力電圧を発生する。加熱体1は、調整器25の出力電圧に接続されている。矢印によって示されているように、加熱体1および加熱体温度フィーラ4は熱接触されており、即ち加熱体温度フィーラ4は近似的に加熱体1の温度を有している。別の抵抗21、22、24は例えば、支持体52上の厚膜抵抗32によって実現することができる。

【0011】ブリッジの機能を説明するためにまず、流れる媒体の温度が変化しないことから出発する。この場合、媒体温度フィーラ5が設けられているアームの中間タップ23における電圧は一定にとどまる。それ故に加熱体温度の調整は、加熱体温度フィーラ4が設けられている別のブリッジアームによってのみ実現される。加熱体1および加熱体温度フィーラ4は熱接触されており、即ち加熱体温度フィーラ4は加熱体1の温度を測定する。加熱体1の温度の、例えば流量の増加によって惹き起こされる変化が、加熱体温度フィーラが設けられているブリッジアームの不平衡を生ぜしめ、加熱体1に対する加熱電力が高められるようにする。加熱体1の温度が

10

20

30

40

50

高められるときも相応のことが当て嵌まる。従ってこの調整によって、加熱体1の温度が一定の値を有することが実現される。その場合この値は、媒体温度フィーラ5が設けられている第2のブリッジアームの作用を考慮することによって変化される。即ちこのアームによって、加熱体1の、媒体に対する過温度が調整される。媒体の温度変化は、媒体温度フィーラ5が設けられているブリッジアームの不平衡を惹き起こす。その際調整可能な抵抗21および24によって、任意の依存性を選択することができる。

【0012】図4に図示の、加熱体温度に対する調整回路は同時に、空気量センサに対する評価回路でもある。というのは、調整器25の出力信号は、通過する空気量に対する尺度であるからである。それ故にこの回路は例えば、西独特許第3638138号明細書において空気量センサに対する評価回路としてそのまま使用される。しかしこの回路は完全に整合されない。加熱体1を、媒体が流れていない場合にも、所定の過温度に保持するために、この場合には既にある程度の不平衡が存在していなければならない。というのはそうでなければ、加熱体1に電圧が加わらないからである。加熱体電圧をセンサ出力信号として用いようとするとき、加熱体定常電圧は、場合によっては温度依存性を有する特性曲線のオフセットを表している。特性曲線のこの零点オフセットは、調整可能な抵抗21、24が相応に実現されている場合にも、補償可能でない残留誤差を来す。この欠点は、その特性曲線が使用の測定原理に基づいて零点を正確に通る、図3のセンサ信号に対する別個の評価回路を使用することによって取り除かれる。従って図4の温度調整のための回路と図3の評価のための回路とを組み合わせることによって、温度に対するセンサの特性曲線は、それぞれ個々の回路において可能であるより著しく良好に整合可能である。殊に、粘性、熱伝導性および熱容量のような、空気の物理的な定数の温度依存性を、その際特性曲線に殆ど補償不可能である零点誤差が生じることなく、考慮することが可能である。更に、差形成器14および25の温度依存性を考慮することができる。

【0013】加熱体と媒体との間の温度依存性を適当な方法で実現することによって、最適な補償が行われる。特性曲線の最適な温度補償を来す関数 $T_H = f(T_M)$ が、図5に示されている。その際温度 T_H は帯状の加熱体に沿った平均温度であり、 T_M は媒体の温度である。依存性は僅かに非直線性でありかつ正の係数を有する2次の多項式によって申し分なく近似される。

$$(R_{41} + R_{42}) / R_{47} = (R_{43} + R_{44}) / (R_{46} + R_{45})$$

上式中、 R_{41} 、 R_{42} 等によってこれらの抵抗に属する抵抗値が表されている。

【0021】上式中の抵抗41ないし47に対する温度依存性が使用されかつ加熱体温度が解かれると、図5に示されているように、加熱体温度の、媒体温度に対する

*【0014】この依存性を電子的に自動的に調整する回路が、図6に示されている。

【0015】図6のブリッジ回路は、端子40を介して供給される給電電圧 U_b とアースとの間に設けられている。それは、抵抗41ないし47を有する本来のブリッジを有しており、その際抵抗41、45および47は公称上温度に無関係な抵抗、例えば市販の膜抵抗および最大で数百 ppm/Kelvin の値である温度係数を有する厚膜プレーナ抵抗である。

10 【0016】抵抗42、所謂補償抵抗、抵抗43、所謂リード抵抗および抵抗46、所謂媒体温度フィーラ並びに抵抗44、所謂加熱フィーラは温度フィーラであり、即ちそれらは、1対1に対応する温度特性、即ち逆方向でも同じ温度特性を有するオーミック抵抗である。これらの抵抗は、媒体温度フィーラとして把握することができる。それらの温度依存性は例えば、抵抗経過：

$$R(T) = R(0^\circ C) (1 + aT + gT^2)$$

によって表され、ただし係数 a は零より大きくかつ g は零より小さく、その値は抵抗材料および製造に依存している。

20 【0017】抵抗41ないし47の他に、参照番号48が付されかつ加熱フィーラ44に、加熱体および加熱フィーラ44が近似的に同じ温度を有するように配属されている加熱抵抗が設けられている。抵抗42、43および46は、近似的に媒体温度にある。

30 【0018】これらの抵抗によって形成されるブリッジは、端子40を介する温度に無関係な定電圧源から電圧 U_b が供給される。ブリッジ差動電圧 U_d は、その出力が加熱抵抗48に供給される調整増幅器49において増幅される。

【0019】調整器出力側は更に、素子50を介して反転入力側に帰還結合されている。素子50は、実または複素伝達関数によって表すことができかつ図3または図4の回路においても使用することができる。抵抗42、43、44および46の、ブリッジ横方向電流 I_{q1} および I_{q2} による独自の加熱は、相応の抵抗選択および熱放出によって出来るだけ僅かに保持すべきである。

40 【0020】加熱抵抗48、ひいては加熱フィーラ抵抗44の加熱によって調整器49は、ブリッジ差動電圧 U_d を零に調整する。このことは調整条件である。帰還結合素子50は、調整回路の申し分ない安定性を考慮する。素子50からブリッジに流れる電流 I_{50} は、第1近似において無視することができる。従って調整条件は次のように決められている：

依存性が生じる。即ち次式が成り立つ：

$$T_H = a_0 + a_1 * T_M + a_2 * T_M^2$$

ただし相応の抵抗値選択によって、係数 a_0 、 a_1 、 a_2 は零より大きい。

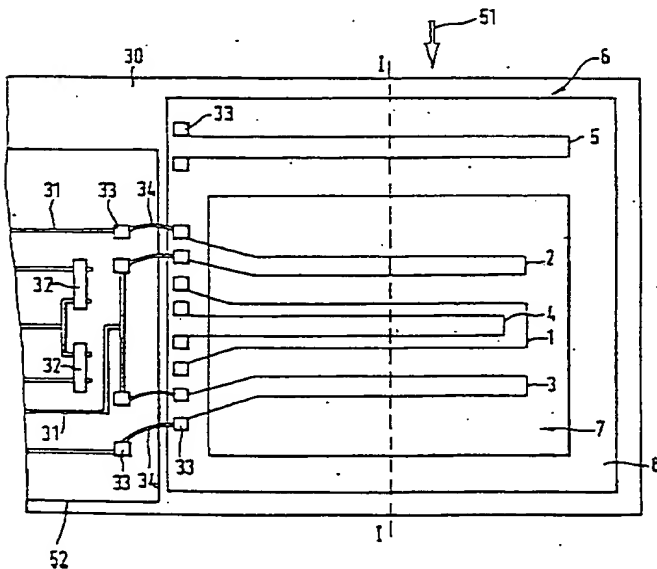
50 【0022】このことは、加熱体温度 T_H の、媒体温度

T_M に対する所望の依存性である。この依存性は僅かに非線形性でありかつ近似的に正の係数を有する2次の多項式である。

〔0023〕通例、ブリッジ抵抗値はその目標値の周りにばらついているので、係数 a_0 、 a_1 、 a_2 も同様にその目標値の周りにばらついている。それ故に、抵抗41、45、47は、補償可能な厚膜プレーナ抵抗として実現されている。特別な利点は、3つすべての係数 a_0 、 a_1 、 a_2 が、抵抗41、45、47の補償によって実際値からそれぞれの目標値に移行することができる点にある。それ故に温度フィーラ42、43、44、46の補償は省略することができる。

〔0024〕図6に示されている回路に対する択一的な回路が、図7に示されている。その際同じ素子には同じ参照番号が付されている。その際ブリッジにおいて、加熱フィーラ44は加熱抵抗に置き換えられている。ブリッジは、調整器出力側を介して直接給電される。その際ブリッジ横方向電流 I_{q1} および I_{q2} によるブリッジ要素41、42、43、44、45、46および47の加熱は、相応の抵抗値選択および熱放出に基づいて出来るだけ僅かに保持すべきである。

〔図1〕



〔0025〕これに対して加熱抵抗48は、ブリッジ横方向電流 I_{q1} によって加熱される。図6の回路の場合と同じ調整条件が成り立つので、図7に図示の回路の機能は、図6に図示の回路と同一である。しかし図7の回路では、加熱フィーラ44を省略することができる。

〔図面の簡単な説明〕

〔図1〕本発明のセンサの平面図である。

〔図2〕本発明のセンサの断面図である。

〔図3〕評価手段の回路略図である。

〔図4〕調整手段の回路略図である。

〔図5〕加熱体の温度と媒体の温度との関数関係の1例を示す特性曲線図である。

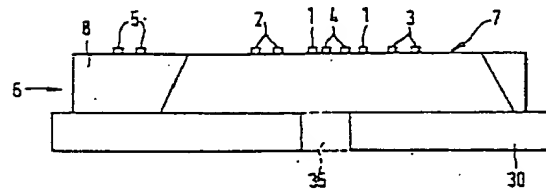
〔図6〕図5の特性曲線を電子的に自動調整する回路例を示す回路略図である。

〔図7〕図5の特性曲線を電子的に自動調整する別の回路例を示す回路略図である。

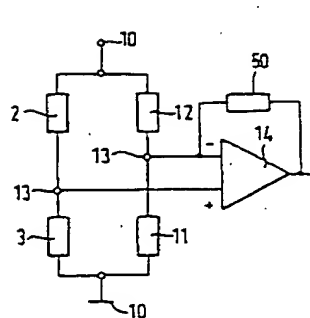
〔符号の説明〕

1, 11 加熱体、 2, 3 温度測定フィーラ、 4 加熱体温度フィーラ、 5 媒体温度フィーラ、 6 センサ素子、 7 薄膜、 8 フレーム、 14, 20, 21, 23, 24, 25 調整器、 30, 52 支持体

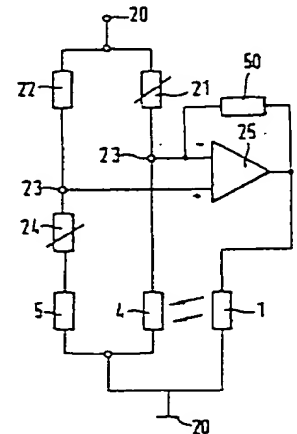
〔図2〕



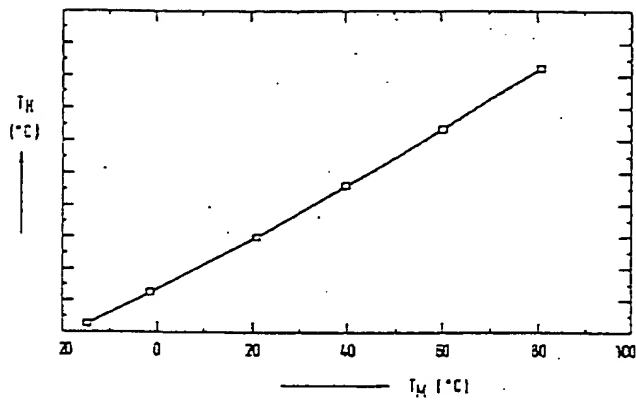
〔図3〕



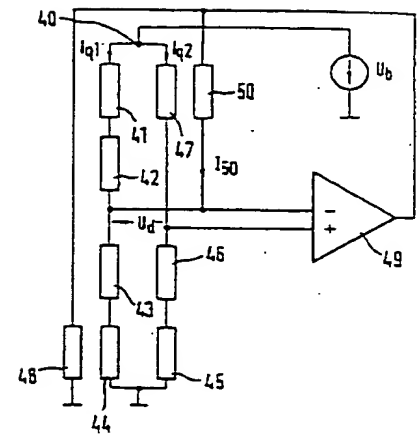
〔図4〕



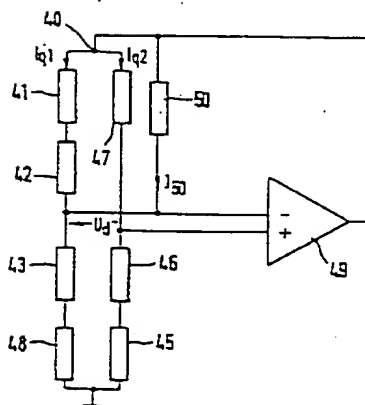
〔図5〕



〔図6〕



〔図7〕



フロントページの続き

(72)発明者 ヨーゼフ クラインハンス
ドイツ連邦共和国 ファイヒンゲン エン
ツ ゲーロクシュトラッセ 1-2
(72)発明者 ルードルフ ザウアー
ドイツ連邦共和国 ベニンゲン アウフ
デア ルーク 3

(72)発明者 エッカルト ライレン
ドイツ連邦共和国 ロイトリンゲン, リヒ
ャルトーヴァーグナーシュトラッセ 1
(72)発明者 ウルリッヒ クーン
ドイツ連邦共和国 レニンゲン-マルムス
ハイム ビルケンヴェーク 5

